



TITLE:

# 岩石學用顯微鏡の使用方法

AUTHOR(S):

小川, [琢]治

---

CITATION:

小川, [琢]治. 岩石學用顯微鏡の使用方法. 地球 1928, 10(4): 286-293

ISSUE DATE:

1928-10-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/183501>

RIGHT:

は自殺するより他に方法がないとまで女皇が云はれた。皇儲に害を與へずしてダーシリから免れる方法は異腹の兄弟のモレイの方寸のうちにあると股肱の臣が奏上した。これを聞いて女皇はこの問題の沙汰止を欲せられた。「自分の名譽及び良心に汚點を付けることを欲しない。只神の意にまかせる」と女皇は云はれた。その時臣下は意味ありげな返事をした。「事件は吾々の間で處置をしませう。陛下は只善事のみを見られてよろしい、さうすれば議會も亦それを承認しませう」とお

答へした。兎にも角にも離婚問題は沙汰止となつた。やがて次の基督降誕祭にはリツチヨ殺害の連累者及び首謀者七十餘人の罪を赦すことに女皇自ら署名された。この大赦は基督教義に基く「他人によくあれかしと願ふ心」の實現であつたが、一面には貴顯の血を求むる殺客をして益々大膽自由にならしめる惡印象を與へたのであつた。濫濫されてゐる陰慘な四圍の空氣は斯くて何時一大爆發となるか判明せぬ程に益々重大化し深刻化して行くばかりであつた。(續)

## 講 話

### 岩石學用顯微鏡の使用法

小 川 琢 治

前號から岩石學研究に最も重要な長石類の識別に就いて現在用ゐられてゐる方法及び從來の純粹の曹達石灰兩長石に限られた範圍から加里長石を含むもの及び加里曹達長石へ擴延する爲めに注意すべき事項を述べつゝあるが、本誌の一般讀者には或は該篇に述べる所を十分に理會されぬ人もあるかと想はれ、且つ又た近來自然地理學の研究に當り地殼を構成する岩石の智識を要求する趨勢が

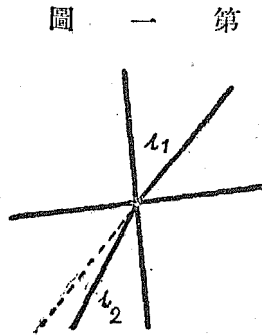
旺盛となり、その第一歩として顯微鏡使用の必要が認知され始めたと思せられるから、岩石學用顯微鏡の裝置を應用する心得を先づ略説し、次に造岩鑛物中の長石の薄片を檢察する方法に説き及ぼす積りである。

顯微鏡を用ゐて岩石の薄片を透過光で見れば廓大により肉眼にて認め難い微細な結晶粒を區別し蟲眼鏡などで表面から反射する光で見ただけでは知れ難い鑛物の包裹體や有色鑛物の色等を區別し得るといふ點に於いて生物學用顯微鏡で動植物の薄片を見ると同じ効果がある上に、偏光裝置により結晶系の異なる鑛物の有する異なるつた光學性により無色鑛物の結晶や輪廓のない粒に就いてその異同を區別する手段もある。従つて鑛物學用即ち岩石學用顯微鏡と普通顯微鏡との區別は主として偏光裝置の有無に在る。此の如き次第で岩石學用顯微鏡の使用には結晶の光學性を一通り理會した上で初めて箇々の裝置を十分に利用し得る譯であるから、我々は結晶光學の要領と之に關する熟語とを説明して置かねばならぬ。

### 一、結晶の光學性

透明な液體又は固體に射入し又はそれから射出する光は空氣中よりも傳播の速度が小なる爲めにその限界面に達して傳播の方向が變化する。此の現象を光の屈折 Refraction と呼び、液體又は固體の種類により空氣に於ける速度に比較してその速度が各ちがい、速度の小さいもの程方向の變化が大きい。此の關係は射入光線と屈折光線との限界面の垂直線となす角度  $\theta_1$  と  $\theta_2$  の正弦  $\sin \theta_1$  及び  $\sin \theta_2$  を示し得。即ち  $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$  に比例し、此の比率を屈折率 Index of refraction、兩物質

の性質に關係し、その投射角の大小には無關係である。通例空氣中で測定し、他の物質を之に比較して、その最大角即ち空氣中に射出する時に全反射の起る臨界角  $\sin i_c \parallel \sin 90^\circ \parallel 1$  として他の物體の屈折率を示す。



等軸晶系の礦物結晶の組織は光波の傳播に當り方向の如何を問はず均一で速度の差異は起らぬが、他の五晶系にては方向により速度が異なる爲めに二つ又は三つの直角の方向に互に異つた速度を以つて傳播する。此時には光の波動は傳播の方向に直角なる平面内に於つて振動するが、傳播方向を含む互に直角なる平面に限られて振動し之を偏光 Polarized light と呼ぶ。この時は二つ或は三つの異つた面内で各異つた速度を有する。即ち屈折率は速度の逆數と考へ得る。

故に單位時間に結晶體内の一から放射した光波の面で包んだ形を想像すれば、等軸晶系では此の面は球體を成すも、他の五晶系では橢圓體を成す譯で、六角正方兩晶系ではこの橢圓體が垂直の方向に取つたc軸を回轉軸とした橢圓體で、此の方向に直角なる斷面は圓を成し、此の面内では方向の異なる爲めに振動の仕方が變らぬから、此の方向には偏光の現象が起らぬ。他の晶系の橢圓體に於ては互に直角に交はる三軸の方向に各異つた速度を以て傳播し、何れの方向にも偏光が起る。

此の二種の橢圓體の代りに速度の逆數即ち屈折率を半徑としたものを想像し得べく、之をフレネル氏逆橢圓體 Fresnel's inverse ellipsoid(E)と呼ぶ。

此の屈折率の最小、中、最大の三つを  $n_x, n_y, n_z$  で示す。獨逸流では之を  $\alpha, \beta, \gamma$  (その軸は  $abc$ ) 米國流では  $XYZ$  で示すが、前者は三斜晶系の三つの晶軸間の角度を示す時にも使用し、後者は立體の坐標に用ひるから、フレネル以來慣用の符號を襲用する方が間違が起らぬ。我々は此等の屈折率を有する方向にも亦た同じ符號で示して別に混雜はないと信する。

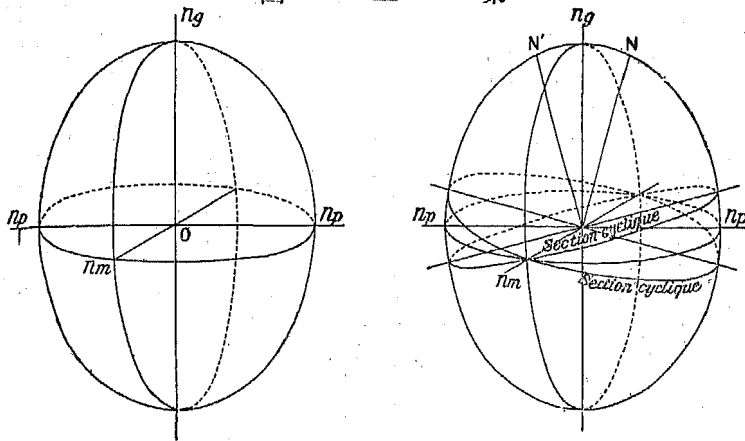
六角正方兩晶系では  $n_x$  が  $n_y$  か又は  $n_z$  に等しくなつた場合で、 $c$  軸が  $n_x$  又は  $n_y$  の何れかに一致し、 $E$  の形は長橢圓體 Oblong E. 又は扁平橢圓體 Oblate E. となる。石英は前者に霞石は後者に屬し、之を正と負として區別する。

斜方晶系では  $a, b, c$  三つの晶軸の二つを含む主斷面即ち對稱面に三屈折率の軸 (彈性軸又は對稱軸と呼ぶ) の中の二つづつを含み、各晶軸は  $n_x, n_y, n_z$  の何れかに一致する。

單斜晶系では對稱面が一つ ( $a, c$  兩軸を含み前後に向ふ垂直面) しかなく、従つて之に直角なる  $b$  軸だけが、三つの對稱軸の中の一に一致するのみであり、又た全く對稱面のない三斜晶系では  $a, b, c$  何れの晶軸も  $E$  の對稱軸に一致せぬ。以下我々の略して對稱面といふのは何れも光學上の對稱軸即ち  $E$  の二つの軸を含む平面を意味し對稱軸といふのも光學上の對稱軸即ち  $n_x, n_y, n_z$  のどれかを意味する。

右三晶系に屬する鑛物結晶では三對稱軸の中の  $n_x, n_y$  を含む橢圓形の斷面に於いて、此の大小兩軸の中間に  $n_z$  に等しい長さの半徑がある譯で、此の半徑と  $n_z$  對稱軸とを含む斷面が二つ存在することになり、此の二つの斷面だけは六角正方兩晶系の  $c$  軸に直角なる斷面と同じく圓形斷面

## 第二圖



Cyclic sections を成すことになる。故に此の断面に直角なる方向だけに限つて偏光現象が殆んど全く起らぬ。此の方向を光軸 Optical axes と呼び、六角正方兩晶系の結晶を單軸 Uniaxial とし、後の三つの方を雙軸或は二軸 Biaxial とし互に區別する。

光軸に直角なる断面に於ける偏光の現象は顯微鏡の下ニコルと薄片の間に強度の集光器を挿み收斂光 Convergent によつて觀れば明かとなる。單軸結晶では黒い十字が兩ニコルの振動方向及び接眼鏡の十字と一致し、鏡臺を回轉するも移動することなく、雙軸結晶では通例十字の一つが稍太く、之を回轉して四十五度の位置に達すれば雙曲線となり、その頂點間の距離は光軸角  $2V$  の大小に比例する。但し顯微鏡にて見る時断面を通過した後空氣中に出で、その視光軸角  $2E$  は結晶の屈折率  $\mu$  の大小により變化し、何時も  $E$  は  $V$  よりも大きい。故に是は左の公式

$$\sin V = \sin E / \mu$$

により修正せねばならぬ。

但し  $E$  及び  $V$  の精密な値を求めんとするには軸角測定器といふ特殊の裝置ある測角器を使用する

を要し、顯微鏡では一二度の範圍以上には精密に測定することは出来ない。  
 或る結晶を透過する光線の傳播の速度は結晶の種類により異なるのみならず、同じ結晶に對しても光線の波長の大小によつて異なるもので、波長の大きい赤色の方が速くて、屈折率は小さく、赤色よりも青色の方が屈折率が大きい。此の如く色の異つた光線に對してフレネルの橢圓體の形狀が少し異なるから、對稱軸の位置も光軸角も光の色により少し異なることになる。故に鑛物の屈折率は普通ヨロ即ちソディウムの黄色の部分に現はす暗線Dの波長を標準に取つて示す。

主要物質及び鑛物の屈折率(平均)は左の如し。

氷	一・三〇九	拉长石	一・五九九	頑火石	一・六六〇
水	一・三三三	黑雲母	一・五八一	橄欖石	一・六七二
方沸石	一・四八七	歪長石	一・五八二	紫蘇輝石	一・七〇〇
白榴石	一・五〇八	白雲母	一・五九七	輝石	一・七〇八
正長石	一・五三三	方解石	一・六〇一	柘榴石	一・七四四
石膏	一・五四四	陽起石	一・六二〇	綠簾石	一・七五四
白長石	一・五三三	白雲石	一・六三三	鐵橄欖石	一・八五四
霞石	一・五九元	磷灰石	一・六三七	楔石	一・九九元
岩鹽	一・五四四	普通角閃石	一・六四六	ヂルコン	一・九五二
石英	一・五四七	電氣石	一・六五〇	金紅石	二・七七一

偏光の強さ即ち複屈折 Birefringence  $n_g - n_p$  も亦た礦物の種類により大小著しく又た薄片の厚いほど増加するものである。同じ厚さの斷面に於いて屈折率の大きなものは一般に複屈折も強いとはいへ、兩者は必しも互に比例して消長せぬ。重要な礦物の複屈折左の如し。

氷	0.001	石膏	0.010	黑雲母	0.041
白榴石	0.001	歪長石	0.013	鐵橄欖石	0.050
磷灰石	0.003	紫蘇輝石	0.013	ジルコン	0.040
霞石	0.005	普通角閃石	0.016		— 0.061
正長石	0.006	輝石	0.015	楔石	0.041
拉長石	0.008	陽起石	0.017	方解石	0.071
頑火石	0.009	橄欖石	0.036	白雲石	0.180
石英	0.009	綠簾石	0.037	金紅石	0.287
白長石	0.010	白雲母	0.038		

有色礦物即ち黑雲母角閃石紫蘇輝石の如く薄片として初めて透明となる礦物では對稱軸の方向を異にするに従ひ色の吸収の強さがちがふ。此の如き互に異つた色を軸色と呼び、ニコルの振動方向即ち主斷面に平行する軸色の變化する性質を複色性 Pleochroism と呼ぶ。

黑雲母はその最も顯著な例で、その鱗狀の劈開片では之に含まれた二軸共に吸収強く暗黒に近い褐色を呈し、之を横斷した薄片に於いて初めて之に直角なる軸の方向とニコルの主斷面に一致する



時に黃褐色を呈し、劈開に平行の方向では殆んど暗黒となる。

複色性を明瞭に認知するには**二色接眼鏡** Ocular dichroscope を使用するを便とす。此の接眼鏡は物理學の實驗に見る如く方解石を通して一つの物像が二つ少しズレて見え、此の時兩形像を起す光は互に直角に振動するから、方解石を鏡筒中に裝置すれば結晶の形像が二つ見え、複色性を有するものならば斷面に含まれた互に直角な方向の異つた色が同時に相並んで、兩軸の色の對照が判然と認められる。

**光學性の異常** Optical anomaly と呼ぶ現象が時として等軸晶系其他の礦物に認められる。是は結晶の外形は殆んど全く固結した時のまゝに晶系固有の形態を有するも、結晶後に起つた溫度壓力等の變化がその分子の排列に影響して原と均一であつた組織に離晶作用による異質の双晶片の成生する場合に起り、單一の結晶の内部に他の晶系の雙晶と同じ様な區分が生じ、弱い複屈折が見えるのである。此の如き現象は等軸晶系の柘榴石方沸石等には常に出會ふ外に、又た六角晶系の石英の如きものに壓力により對稱軸に歪みが生じ部分的に異つた位置を取り、直交ニコルで見て箇體が同時に暗黒とならずして、**波動消光** Undulatory extinction を示すことがある。

**造岩礦物の研究に使用する偏光顯微鏡** Polarization microscope は此等の礦物の殆んど全部が等軸晶系以外の偏光に對して複屈折を起す結晶であるから、此に述べた光學性を基礎としてその種類を識別する便利があるのである。